第 38 卷第 10 期 2018 年 5 月
生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA
Vol.38,No.10 May,2018

DOI: 10.5846/stxb201703290546
张征恺,黄甘霖.中国城市鸟类学研究进展.生态学报,2018,38(10):3357-3367.
Zhang Z K, Huang G L.Urban ornithological research in China: A review.Acta Ecologica Sinica,2018,38(10):3357-3367.

中国城市鸟类学研究进展

张征恺[1,2],黄甘霖[1,2,*]
1 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室,人与环境系统可持续研究中心, 北京 100875
2 北京师范大学地理科学学部资源学院,土地资源与区域发展研究中心, 北京 100875

摘要:我国的城市鸟类学起步于 20 世纪 80 年代,随着城市化过程的加速,城市鸟类学也有了较快发展。为了全面系统地了解中国城市鸟类学研究的历史、现状与发展趋势,在中国期刊全文数据库中以“城市”和“鸟类”为主题词检索了 1950—2015 年间发表的文章,筛选获得 128 篇文章,并对检索结果进行综述。结果显示,城市鸟类学发表文章数量自 20 世纪 80 年代起逐渐增加,由 1981—1990 的年均 0.7 篇跃升至 2011—2015 年的年均 11.6 篇。研究地涉及全国 29 个省级行政区的 57 个城市。研究的主要议题包括:城市鸟类的群落结构和分布、影响城市鸟类的主要环境因素和城市鸟类的保护实践。综述发现,不同城市环带位置,城市中不同生境组合会影响城市的鸟类群落结构;不同尺度上的环境因素会对鸟类的分布、繁殖、觅食和生理情况产生多种影响,而城市化是影响这些环境因素的主要驱动力;鸟类栖息地规划以保护城市中自然栖息地,增加其景观连通性促进鸟类保护,鸟类招引技术主要通过补充巢资源和食物资源促进鸟类保护。然而,由于资源限制,有关城市鸟类的长期研究相对较少。并且,已有研究中城市鸟类的生态系统服务也鲜有涉及。为此,对我国城市鸟类学的发展提出了三点展望,城市鸟类学研究应加强城市绿地鸟类招引措施的生态影响研究,进一步发掘城市鸟类的自然体验与环境教育价值,并促进民间爱好者参与长期系统性城市鸟类学调查。

关键词:鸟类学; 城市; 中国; 研究进展

Urban ornithological research in China: A review

ZHANG Zhengkai[1,2], HUANG Ganlin[1,2,*]
1 *Center for Human-Environment System Sustainability (CHESS), State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology (ESPRE), Beijing Normal University, Beijing 100875, China*
2 *School of Natural Resources, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China*

Abstract: In China, urban ornithological research started as early as the 1980s and developed rapidly with the fast urbanization process. In order to better understand the history and recent trends of urban ornithological research in China, we conducted a systematic review. We used the key words of “urban” and “birds” to search for scientific articles published during1950—2015 in the “China National Knowledge Infrastructure” database and retrieved 128 articles. Based on our review, we summarized the history and recent trends in publication, main research topics and major findings in urban ornithology studies. The urban ornithology publications increased from an annual average of 0.7 ariticle during 1981—1990 to 11.6 articles during 2011—2015. The research areas include 57 cities located in 29 provinces. The topic of urban ornithology studies includes research of urban avian community structure and distribution, effect of environment factors on urban birds, and practices of urban avian conservation. Major findings include: (1) the urban-rural gradient and different habitat groups would affect avian community structure; (2) environmental factors at different scales had a variety of effects

基金项目:国家自然科学基金面上项目(31670702);国家青年基金项目(41301645);基于热环境改善的城市绿地系统降减细颗粒物($PM_{2.5}$)质量浓度的研究——以北京为例(编号 31570699)
收稿日期:2017-03-29; **网络出版日期:**2018-02-01
*通讯作者 Corresponding author.E-mail: ghuang@ bnu.edu.cn

on distribution, breeding, feeding, and physiological conditions of urban birds; and(3) habitat conservation in urban areas and bird attracting measurements, such as setting feeders, contributed to urban avian conservation. However, limited by resources long-term study on urban avian is rare. In addition, very few of studies examined the ecosystem services provided by avian fauna in the urban context. In the future, we suggest researchers pay more attention to(1) the ecological effect of the bird attracting measures, (2) the value of natural experience and environmental education brought by the urban avian fauna, and work with birdwatchers to design long-term urban avian researches.

Key Words: Ornithology; urban; China; review

鸟类对栖息地的组成和环境变化非常敏感,是城市生态环境和城市生物多样性的重要指示物种[1],对城市生态系统具有重要价值。同时,鸟类是城市环境中最为常见的野生动物,分布广泛,易于接近[2],是居民在城市环境中亲近自然的重要媒介,具有教育和娱乐等社会功能[3],对城市居民的身心健康和人类福祉有重要作用[4]。

第二次世界大战结束后,世界范围内的城市化过程大大加速[5-6]。改革开放以来,我国城市化快速推进,引起了国内外各领域学者的广泛关注和重视[7]。基于鸟类对于城市生态环境和居民福祉的重要性,在快速城市化过程中,开展城市背景下的鸟类学研究,显得尤为重要。在国际学界,城市鸟类学研究逐渐得到了很多研究者的重视,取得了丰硕的成果[8-9],相比之下,我国的鸟类学研究仍主要在自然栖息地开展,在城市开展的鸟类学研究较少。进入 21 世纪初,我国城市鸟类学有了较快的发展,发表文章数量逐年增加,由 1981—1990 的年均 0.7 篇跃升至 2011—2015 年的年均 11.6 篇。为进一步推动我国城市鸟类学研究的发展,本文对我国城市鸟类学研究进行系统性综述,归纳了城市鸟类学研究中的主要议题,总结研究议题的主要内容、特点及主要结论,并对未来城市鸟类学的发展提出展望。

1 中国城市鸟类学研究现状

以"城市"和"鸟类"为主题词,以 1950—2015 年为检索时间段,在中国期刊全文数据库的基础性研究中进行检索,共获得 187 篇发表文章。在此基础上,通过阅读题目和摘要,去除了与主题不相关的文章 59 篇,获得 128 篇文章作为综述对象。

我国城市鸟类学研究起步于 20 世纪中叶,在此后的 50 年中低速发展。进入 21 世纪,城市鸟类的研究逐渐增多,所涉及的领域也不断拓展,经历了基础性调查、理论研究、理论与实践研究 3 个阶段,发展出 3 个主要研究议题,分别是城市鸟类的基础研究、影响城市鸟类的环境因素研究和城市鸟类的保护实践。我们首先以研究发表的时间、研究地点、发表期刊和研究议题为线索,分析概括已有的城市鸟类学研究。随后,我们将对每个研究议题的研究成果进行详细的介绍。

1.1 研究论文发表的时间动态

从发表文章的数量来看,2000 年以前我国在城市鸟类学方面的研究发展较慢,此后文章数量快速增加(图 1)。从不同研究议题来看,城市鸟类的基础研究早在 20 世纪 50 年代就有文章发表,并且在各个时间段该议题的发表文章数量都是最高的;影响城市鸟类的环境因素研究在 2000 年后开始快速增加,近年来已发表较多文章;城市鸟类的保护实践的文章数量相对较少,属于新兴的研究议题。

1.2 研究地分布

从研究地来看,发表文章最多的省级行政单位为北京和广西,各为 13 篇,发表 5 篇及以上的省市依次还有浙江、上海、江苏、广东、黑龙江、陕西、四川(图 2)。

1.3 主要发表期刊

城市鸟类学发表的文章主要集中在动物学、生态学、生物多样性领域。在综述的 128 篇文章中,研究质量普遍较高,有 75 篇发表在中文核心期刊(图 3),占总数的 58.6%。核心期刊之中,发表 4 篇文章以上的期刊

包括:动物学杂志(9 篇)、生态学报(6 篇)、生物多样性(5 篇)、生态学杂志(4 篇)、四川动物(4 篇)和野生动物学报(4 篇),如图 3。

2　中国城市鸟类学研究的主要议题

在 128 篇期刊文章中,通过阅读全文,归纳出城市鸟类学研究的 3 个热点议题,分别是:城市鸟类的基础研究、影响城市鸟类的环境因素研究和城市鸟类的保护实践(表 1)。我国城市鸟类学研究仍然以基础研究为主,3 个议题中,城市鸟类的基础研究有 67 篇,占总数的 52%。本文将分别就这 3 个议题,对我国城市鸟类学的发展现状进行综述。

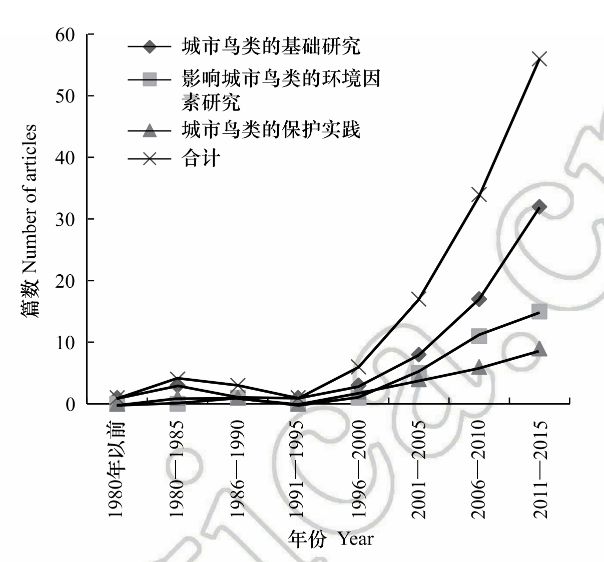


图 1　我国城市鸟类学研究发表文章的数量增长

Fig.1　The increasing numbers of publications in Chinese urban ornithological studies

2.1　城市鸟类的基础研究

作为城市生态系统的重要组成部分和城市环境的重要指示物种[1],鸟类的生态习性、分布特点、群落结构,是城市鸟类学研究的基础,同时也构成了城市鸟类基础研究的主要内容。

鸟类生态习性研究主要集中在城市常见鸟类的行为生态和种群生态两个方面。前者主要包括繁殖[10-14]、取食[15-16]、鸣叫[17]、惊飞距离[18],后者主要包括数量变化与分布[19-20]。研究对象的种类包括麻雀 *Passer montanus*、喜鹊 *Pica pica*、鸳鸯 *Aix galericulata*、黑头鳾 *Sittavillosa*、白鹡鸰 *Motacilla alba*、乌鸫 *Turdus mandarinus*、白头鹎 *Pycnonotus sinensis*、大山雀 *Parus major*、棕头鸦雀 *Sinosuthora webbiana*、红胁蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*、北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*、白颊噪鹛 *Garrulax sannio*、灰椋鸟 *Spodiopsarciner aceus*、黑尾蜡嘴雀 *Eophona migratoria*、秃鼻乌鸦 *Corvusf rugilegus*。其中除黑头鳾、秃鼻乌鸦以外皆为所在城市的常见种。综述的 128 篇文章中有 5 篇文章涉及白头鹎,是研究文章最多的一种。此类研究多属于描述性调查,是城市鸟类学中最基础的部分。

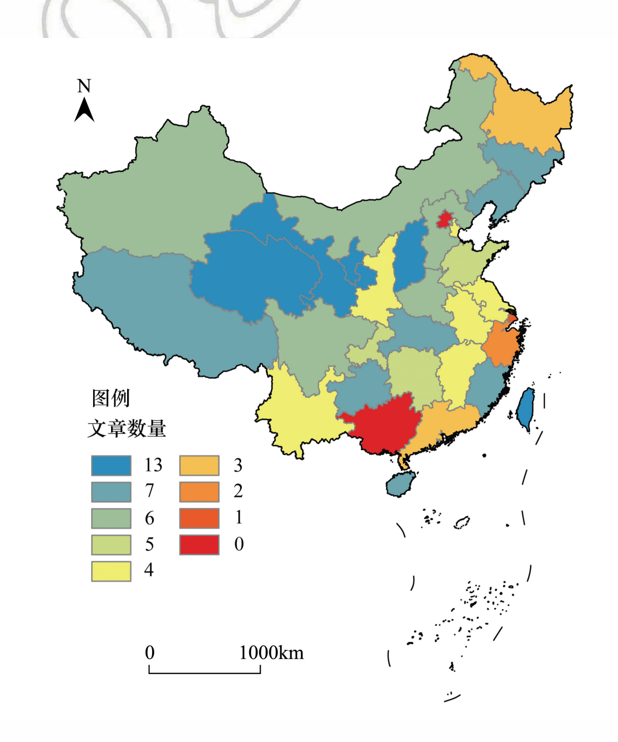


图 2　我国城市鸟类学研究地分布状况

Fig.2　Urban ornithological research areas in China

鸟类群落结构及其动态变化,是人们了解城市鸟类、探究鸟类与城市环境关系的基础和依据[21],为后续的深入研究提供了数据支持。这部分研究的内容主要包括城市的鸟类区系与群落结构、鸟类群落调查、鸟类群落对比、城市鸟类群落结构的季相或年际动态研究。其中不同城市绿地或生境的鸟类群落对比是此类研究的热点。

研究发现,不同生境类型中鸟类物种多样性有明显的差异。城市的不同生境中,苗圃、学校等以阔叶乔木林为优势的生境鸟类物种数和物种多样性通常最高,而建成区和居民区最低,且群落结构单一[1,22-30]。少数研究由于研究区的优势生境类型不同,发现灌丛的鸟类物种多样性最高[31-32]或湿地的鸟类多样性最高[33-35]。

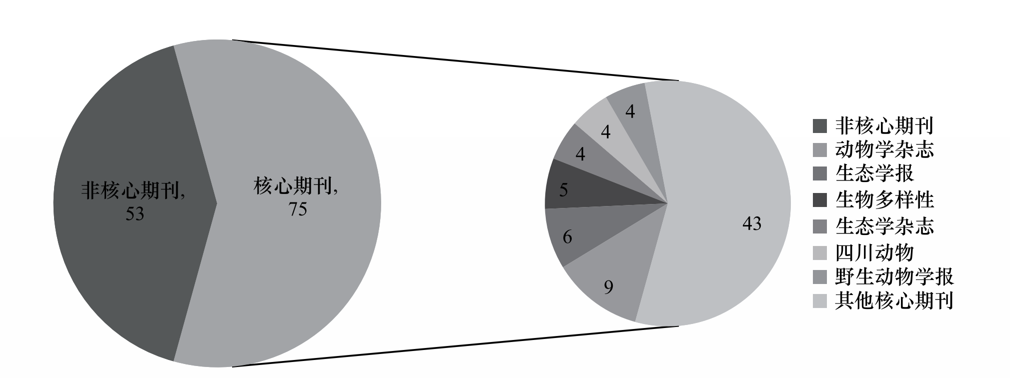


图 3　城市鸟类学研究的主要发表期刊

Fig.3　Major journals publishing urban ornithological studies

表 1　中国城市鸟类学研究议题

Table 1　Majorresearchtopics of urban ornithology in China

议题 Topic	数量 Number	百分比 Proportion/%	研究内容 Research content
城市鸟类的基础研究 Basic research of urban avian fauna	67	52.34	生态习性与分布、群落结构及其动态变化
影响城市鸟类的环境因素 Effect of environment factors on urban avian fauna	35	27.34	城市鸟类与生境因子关系、影响鸟类的城市化过程
城市鸟类的保护实践 Practices of urban avian conservation	26	20.32	城市生物多样性保护策略、城市鸟类栖息地规划设计
合计 Total	128	100	

有研究发现不同生境类型组合对鸟类种数、个体数量和鸟类类群都会产生影响。在乔木层和地被层都发达的生境,鸟类种类和数量最多;乔木层和灌木层都发达的生境,鸟类种数最低;灌木层和地被层都发达的生境,鸟类数量最低[36]。还有研究依据生境制图分类法将湿地生境分为河滩生境、滨岸生境、积水沙坑三类大类及 12 小类,发现河滩生境以涉禽(鹤形目、鹳形目、鸻形目)为优势,积水沙坑生境以游禽(雁形目、鸥形目和鸊鷉目)为优势,而滨岸生境则主要分布一些城市常见鸟类[35]。

对于不同城市环带的绿地,城郊绿地的鸟类多样性和均匀度最高,其次是远郊,而中心城区绿地的鸟类多样性和均匀度最低[1,37-39]。相近城市化梯度的不同城市绿地中,在植被层次丰富、面积大的绿地斑块中鸟类种数和多样性较高[40-42],但是鸟类遇见率与绿地斑块面积的统计关系并不显著[43]。

许多研究表明,人为因素对鸟类多样性也有明显的影响。人为因素诸如施工改造、晨练、噪声、公路交通会造成鸟类数量减少、多样性降低、群落结构趋于单一化[34,44-46]。城市湿地人为调整水位[47]、偷鱼、毒鸟、水污染和水资源过度利用等人为因素都会导致鸟类多样性丧失[47-48]。

以上研究在调查城市常见鸟类生态和城市鸟类群落结构的同时也初步揭示了城市鸟类与生境的关系,以及鸟类群落受城市化的种种影响,为后续深入研究提供了依据。

2.2 影响城市鸟类的环境因素

学者们主要从城市鸟类与生境因子关系和影响鸟类的城市化过程两个角度研究影响城市鸟类的生境因素,这里也将从这两个方面进行综述。不同类型的生境因子在不同尺度上对城市鸟类产生影响[49],接下来本文将从城市、绿地和生境斑块 3 个尺度来概述城市鸟类与生境因子关系的已有研究。

在城市尺度上,城市鸟类(种数、多样性和均匀度)主要受到生境格局的影响。研究者主要通过城市绿地斑块间的连通性、破碎化程度,以及景观异质性(景观多样性、景观均匀度)来描述鸟类生境格局[49-53]。栖息地间的连通性,影响鸟类的迁移与觅食,主要通过形状指数、平均最小邻近距离和斑块结合度来衡量。生境连通性越高,会有更多的留鸟及迁徙过境的鸟类在栖息地内觅食、停留,故鸟类种数越多。破碎化程度指栖息地

面积的缩小和质量的下降,影响鸟类的分布和物种多样性[50-51],主要通过平均斑块面积、斑块密度、破碎度指数、聚集度指数,以及破碎化斑块数量衡量。生境(如林地、草地)破碎化程度越低,则鸟类种数越多[50-51]。景观异质性指的是景观特征的非均匀性和变异性[53],影响鸟类的物种多样性和均匀度,主要通过香农多样性指数和香农均匀度指数衡量[51-52]。景观多样性越高,则鸟类物种多样性越高[49-52],均匀度越低[54]。景观均匀度越高,则鸟类物种均匀度越高[51-52]。

在绿地尺度上,其总面积、植被盖度、植物种数、水域比例、空间异质性、自然度和人类干扰水平是影响鸟类的主要因素[49-50,54,55-63]。绿地面积越大,鸟类种类越多[56-57,61-64],密度越低[56-57]。植被总盖度越高,鸟类物种多样性越高[29,49]。具体而言,乔木层盖度越高鸟类种数越多,鸟类优势度越低[61],灌木层盖度越高,鸟类种数与物种丰富度越高[49,51]。绿地植物种类越丰富,鸟类种数越多,数量越多,物种丰富度越高[30,49,56-58,61]。研究者在水域面积比例与鸟类种数的关系方面存在分歧。一些研究发现,水域面积比例越大,鸟类物种数越多[30,57];而另一些研究发现水域面积比例与鸟类种数和多样性无明显关系[56,59]。

空间异质性主要包括微栖息地类型、植被类型、植被的垂直结构及其他地形因素(如海拔、坡度)的非均匀性和变异性[30,49,51,59,61]。空间异质性越高,鸟类种数越多和群落多样性越高[29,54-55,61]。丰富的植被类型和复杂的植被垂直结构,则有利于吸引不同集团的鸟类并增加绿地的鸟类物种多样性[30,49,59]。此外,在空间异质性较高时,绿地面积与鸟类种数的正相关关系也更为显著[49,54-55]。

自然度将环境分为建筑区、农田、林地、水域四种基本类型,按照不同组分的面积比例划分等级,以反映城市绿地植被覆盖和人类活动的干扰水平[51,55]。自然度对鸟类物种数的影响比空间异质性更为显著[53,55]。自然度越高,鸟类种数、物种多样性和丰富度越高[29,51,54],并且鸟类群落稳定性也较高[29]。

除了自然度,研究者也通过人流量、噪声、建筑指数和距市中心的距离表征城市绿地的人类干扰水平[29-30,57,59]。人流量越大,则鸟类种数、多样性、密度越低[30,51,57,59]。建筑指数越高,鸟类丰富度越低。距离市中心越远,物种多样性越高[29,62]。

在生境斑块尺度上,其植物组成、植被层次结构、到其他生境斑块的距离和干扰程度是影响鸟类在生境斑块内停歇、觅食、繁殖、迁移的主要因素[49,63-65]。生境斑块中的植物组成越丰富,鸟类物种数越多、物种多样性越高[63,66-67]。鸟类集团是由资源利用方式(如食性、取食方式、繁殖方式以及栖息的植被层次等)类似的不同物种组成的集团[68]。不同的鸟类取食集团或营巢集团对生境的利用存在较大差异[49,63-65]。研究发现木本植物种数越多,植食性、肉食性、食虫性、杂食性等鸟类集团在秋冬季的多度越高[63,66]。不同层次的植被会吸引不同的鸟类集团活动[59,63,69],如林冠枝干营巢集团偏好在植被冠层筑巢,灌草丛营巢集团偏好在灌木层筑巢,地面营巢集团主要在地被层筑巢[59]。植食拾取集团和植食探取集团主要在乔木层取食,食虫拾取集团、杂食拾取集团和植食拾取集团则主要在灌木层和地被层取食[63]。因此,多层复合植被的斑块更加利于鸟类栖息、觅食和繁殖[62,66-67]。到其他森林斑块的距离对小型鸟类繁殖与分布十分重要,斑块间距离越小越利于它们躲避敌害、获取食物。至水源的距离是影响鹭鸟繁殖的重要因素,距离越近,越利于其在繁殖期间获得食物资源[65]。生境斑块尺度上的干扰,主要来自于行人和机动车。研究者使用最近人行道的距离、最近机动车道的距离和噪声强度反映干扰程度,发现鸟类在白天对干扰(如噪声、行人和车辆)有较高的容忍度,但在夜晚较为敏感,因此会选择远离人类干扰的斑块夜栖[64]。有研究采用车流量和人流量评估斑块的干扰程度,发现二者对大多数鸟类的繁殖分布无明显影响[65]。此外,还有研究指出个体小的鸟类比个体大的鸟类更易受干扰的影响[49]。在干扰程度较高的斑块,多数鸟类喜欢在高大的树木上采食和夜栖,以规避干扰的影响[64-66]。

近年来,随着城市化的加剧,城市中的很多环境因子随之发生改变,引起了众多学者的注意。大量研究表明,城市化过程会引起栖息地的减少与栖息地环境的改变,直接影响周边植物、鸟类、昆虫等不同类群生物的多样性[70-71]。城市化过程对鸟类影响的研究主要关注城市化对鸟类分布、鸟类群落结构、鸟类物种多样性,以及鸟类生理的影响。

城市化对鸟类分布有明显的影响。学者们利用人工草坪面积、高层楼房面积、硬化地面面积、人口数量等指标评估城市化水平,城市化较高的地区(例如商业区、高层居民区和主干道路)鸟类数量较少和物种丰富度较低,而城市化程度较低的地区(如城乡结合部)的鸟类数量较多,物种丰富度较高[72-75]。另外,一些高校、公园、古建筑区和平房居民区虽然位于城市化较高的区域的,但由于其植物种类多样且植被覆盖率较高或有较多的孔洞结构,人为干扰较少,利于鸟类觅食与停歇,鸟类数量较多,物种丰富度较高[72-76]。距市中心距离可以看作是城市化综合因子的简单化指标,它表示样方或样点中心到城市中心地标物的距离[77]。研究发现随着距市中心距离的增加,鸟类群落多样性、物种丰富度逐渐增加[77-78],鸟类个体数也随之增加[76]。

城市化过程改变了许多城市生境因子,影响了鸟类群落结构及物种多样性。这些因子主要包括栖息地建筑指数、生境稳定性、食物可获得性[77,79]。不同集团的鸟类对这些因素的适应程度各不相同,大体可分为城市化适宜种和城市化敏感种[75,79-80]。

建筑指数表示样方内及周围的建筑面积比例,该指数越高,鸟类群落多样性越低,鸟类物种数越少[77]。地面营巢集团鸟类对建筑指数最为敏感,随着指数升高,个体数量随之下降[76,80-81]。洞穴或人工建筑筑巢鸟类则最为适应,随着指数升高个体数量有所增加,并成为优势集团[80-81],例如麻雀可以在空调室外机中筑巢[72]。

生境稳定性,通常指生境中的植物群落的稳定性,面积越大、植物种类越多、层次越丰富的植物群落越稳定。生境稳定性越高,鸟类物种数越多[79]。城市外围的自然林区生境稳定性最高,利于地面巢鸟类躲避天敌[75],在自然林区的地面巢集团个体数最多,在建筑密集区则数量为零[81]。灌草丛营巢集团与地面巢鸟类集团的响应趋势类似,对生境稳定性的敏感性弱于地面巢集团,在城郊农林交错区中数量最多[81]。由此可见,地面营巢集团鸟类为典型的城市化敏感种,洞穴或人工建筑筑巢为典型的城市化适宜种。

食物可获得性影响鸟类对生境的选择[79]。浆果树数量、人为投喂量、厨余垃圾量的增加都可以增加食物可获得性。食物可获得性越高,鸟类总体数量越多[79-80]。由于杂食性地面拾取集团鸟类食性更广,获取食物的能力更强[78],随着食物可获得性的增加,杂食性地面拾取鸟类集团的数量和比例会随之增加[77-79],为典型的城市化适宜种。例如乌鸫、麻雀、喜鹊能够充分利用城市中的食物(如学校食堂掉落的食物、公园游人投喂的食物、垃圾中的食物)[77-78]。相比而言,食虫性鸟类集团(如大山雀等)和食肉性鸟类集团(如棕背伯劳 *Laniusschach* 等)获取食物较难,数量较少[72,80,82]。

城市化对鸟类生理也会产生影响[80]。有研究者以麻雀为研究对象,以体重、血糖、血液中性粒细胞与淋巴细胞相对数量等指标对比研究了城区与郊区麻雀所面临的环境压力,发现与郊区的麻雀相比,城区麻雀的体质量较轻,中性粒细胞的比例较高,而淋巴细胞占的比例较少,压力指数较高[83]。此后该研究团队进一步对比研究城区与郊区麻雀体质水平的差异,他们以麻雀体重为因变量,跗蹠长为自变量进行最小平方回归分析,获得体质指数,发现城市高层楼房居民区、低层楼房居民区以及大学校园中麻雀的体质指数显著低于郊区环境,而城市公园和平房居民区麻雀的体质水平则与郊区环境的差异较小[22]。

2.3 城市鸟类的保护实践

在全部 128 篇文章中,除了各地区的城市鸟类学研究,还有 15 篇综述性文章。综述性文章以介绍国内外城市鸟类保护经验、推广保护框架和技术为主,其中 9 篇综述讨论城市鸟类的保护实践。

城市鸟类保护实践的研究,吸收了部分城市鸟类的基础研究和影响城市鸟类的环境因素的成果,从城市生物多样性保护策略和城市鸟类栖息地规划设计两个层面,探讨如何通过规划、管理和保护措施,来维持并改善城市鸟类的生存环境。

城市是以人类活动为主导的区域,城市的人为活动与生物多样性保护矛盾尤为突出,城市生物多样性保护策略则为解决这些矛盾提供了可靠的依据和建议。此类研究主要关注 3 个方面,城市生物多样性评估、城市生物多样性保护策略、城市湿地保护。

城市生物多样性评估研究主要包括绿地生物多样性评估与生物多样性价值评估。学者通过生境多样性

(点、线、面三类生境单元香浓多样性指数和饱和度指数)和物种多样性(植物、蝴蝶、鸟类、两栖动物的物种数、香浓多样性指数和饱和度指数)评估城市绿地的生物多样性[83]。生物多样性价值评估是通过市场价值法将珍稀鸟类的价值货币化[84]。

在城市生物多样性保护研究方面,学者们全面地调查了城市辖区内的昆虫、鱼类、两栖爬行类、鸟类、兽类、植物的多样性水平,并指出本地生物多样性保护面临的问题,提出因地制宜的保护建议[85-88]。学者们指出的主要问题有野生动物栖息地破坏[88];居民缺乏野生动物保护保护意识,参与猎捕、买卖和食用野生动物[87-88];环境污染[85,87]和保护机制不健全[89]。措施和建议包括科学规划、保护原生栖息地、重视环境修复治理[87-88]、加强宣传教育和鼓励公众参与[85,88]、落实补偿和加强执法管理[87-88]。

相比于城市生物多样性保护研究,城市湿地保护则更具针对性,突出城市湿地保护所面临的问题及对策。问题主要包括,在管理方面,城市湿地保护区的管理结构庞杂,缺乏协调机制[90-92];在法律上,执法机关执法力度不足,公众法律意识淡薄[88];在土地利用上,方式单一导致湿地的生态系统服务下降[89,93-96];公众认知的缺乏也是城市湿地保护区面临的主要问题[89-90,92-93]。针对以上问题,不同研究者提出的解决策略包括,在管理方面,明确各部门职责,加强协调管理[94];在法律上,落实奖惩制度[88,93];在土地利用上,把保护区划分为多个功能区,从而实现环境保护、科普展示、自然体验、休憩娱乐的综合性服务[89];通过加强宣传和湿地科学研究提高公众对湿地的认识[90,92-93]。

城市生物多样性保护策略从整体上为城市鸟类保护确定了基调与方向,而城市栖息地设计更多的将目光聚焦于城市绿地的栖息地规划设计与鸟类招引,从具体的规划、设计和管理措施促进城市鸟类的保护。城市绿地是城市内自然度较高的区域[55],它们的植物配置往往需要满足游人的多种需求,其作为野生动物栖息地功能未得到广泛关注[36]。另一方面,野生鸟类是游人自然体验的重要组成部分,它既能够体现城市公园的环境质量,也为公园空间体验增加灵性,为游憩活动增添乐趣[95-96]。因此以鸟类招引为导向的绿地规划设计研究不但有助于改善城市鸟类的生境格局,增强绿地的鸟类栖息地功能,而且能够提升游人的游憩体验。目前,这部分研究主要关注城市鸟类栖息地规划、城市鸟类栖息地设计和城市绿地鸟类招引技术三方面。

在鸟类栖息地规划上,以保护城市中自然栖息地,增加栖息地连通性为主要手段[97-100]。在保护自然栖息地方面,主要通过限制自然栖息地的开发利用活动,建立生态缓冲区实现[99-100]。缓冲区的主要景观类型有农田、经济林,它们可以降低自然栖息地的干扰,并构成生物迁移的"踏脚石"[97]。增加栖息地连通性主要通过规划环城绿化带、构建河岸带和道路绿色廊道实现[97,99,101]。建设环城绿化带可以形成城乡一体化的生境格局,使城市鸟类可以通过生境廊道到城市外更广阔的范围迁移和觅食[99-100]。有研究评估了不同土地利用类型对雉类活动的阻力,发现林地、水系、灌木林或竹林、经济林或草地、水田、旱地、建成区、高速道路阻力水平依次增高,指出河流水系是建立生态廊道的最佳选择之一[97]。除了利用河道构建绿色廊道,林荫道也可以增加城市栖息地的连通性,提高城市栖息地对鸟类的适宜性[100]。此外,绿色屋顶也具有成为城市鸟类"踏脚石"增加城市栖息地连通性的潜力[101]。

在鸟类栖息地设计上,学者们主要以城市湿地和城市公园为研究对象。对于城市湿地,要在整体上恢复湿地生态系统,并采用生态驳岸设计,丰富近岸植被层次和多样性,种植乡土水生植物,减少周边点源污染,改善土壤质量,从而提高栖息地质量吸引鸟类栖居[102-104]。针对不同湿地鸟类类群,研究者提出了不同的设计原则。针对于涉禽(鸻鹬类、鹭类),增加湿地的浅滩区比例利于其觅食、栖息,岸上种植高大乔木利于其夜栖和营巢;针对游禽(雁鸭类等),营造宽阔的水域利于觅食,设置植被覆盖大于60%的湖心岛便于雁鸭类栖息、躲避天敌,岸上种植高大乔木,方便其营巢[103-104]。

对于城市公园,在总体上要限定公园最小面积[99-100],增加公园景观异质性和不同生境斑块的连通性[99],适度管理提升公园自然度[105],通过配置植物群落增加层次[95],模拟当地原生生境[100]。依照不同生态型鸟类或指示物种对生境的偏好营建[96,100-101,106],种植鸟类食源植物[3,101],从而提高公园对鸟类的吸引力。另外,有研究还指出,除了为鸟类营造栖息地、水源和食源之外,还应在绿地中修建观鸟设施,为人们观测、记录鸟类

提供便利[3]。

在鸟类招引技术上,主要手段包括种植鸟类食源植物(浆果树)、营巢树(高大落叶乔木)、悬挂巢箱、冬季投放饲料、设置饮水池[96,106]。具体方式要根据不同的目标鸟种进行调整[96,107]。

总的来说,经过多年的实践,我国的鸟类招引技术已比较成熟。城市湿地的鸟类栖息地设计上,国内已有一些学者付诸实践,并提出了有针对性的设计原则[36,51,54,59-60,66,90]。城市公园设计的文章多数为综述国外的研究成果,还需要增强研究针对性,在国内开展更多的案例研究。城市栖息地规划方面,已有一些学者通过研究得出规划方案,但还需要进一步实践检验。

3 总结与展望

自 20 世纪 80 年代至今,我国城市鸟类学研究已有了长足发展,在各方面取得了丰厚的成果。我国大中型城市已具备了大量的鸟类学研究资料,在鸟类群落的分布格局、鸟类物种多样性与城市生境的关系研究取得了较大的进展。已有一些城市绿地规划的研究人员借助这些成果开展了鸟类招引规划设计实践,获得了较好的效果[95,102]。另外,在城市环境因子对鸟类的影响方面,研究者也取得了一些成果,发现了一些一般性规律,并针对各地的城市化特点提出了城市鸟类的保护策略[36,51,54,59-60,66,90]。由于我国各地城市化进程不同步,这些成果将有助于处于不同城市化阶段的区域在城市化过程中开展的鸟类保护实践。研究发现,规划设计领域与鸟类学之间的交流与合作较少,城市鸟类保护的相关规划与设计通常较少考虑这些措施对城市鸟类带来的生态影响,而影响城市鸟类的环境因素研究也较少考虑此背景下鸟类的生态系统服务变化规律。基于综述的内容,提出未来城市鸟类学研究的 3 个方向:城市鸟类的自然体验与环境教育价值研究;城市公园绿地鸟类招引措施的生态影响研究;以及借助民间爱好者开展城市鸟类的长期系统性研究。在已有研究的基础上,这 3 个方向具有广阔的发展空间,将有助于城市鸟类生境的维护和改善,并有助于发挥城市鸟类的教育和娱乐价值,提高城市居民的福祉。

3.1 城市鸟类的自然体验与环境教育价值研究

亲近自然是人们游览城市公园的主要动机之一[108-109]。丰富的鸟类多样性有助于人们获得更加丰富的自然体验,增加游览公园的野趣。人们在公园里,面对的不再是枯燥的书本和没有生命的标本,而是生机勃勃的大自然和在眼前飞翔、跳跃的鲜活生命。公园同时还是户外环境教育的主要场所,在城市公园中开展环境教育,可以让居民更多地了解居住环境周边的本土生物多样性,而不是难得一见的旗舰物种或国外珍惜物种,从而促使参与者重建与本地自然环境的联系。

因此,不同的鸟类多样性水平对游人游园满意度、自然体验和环境意识的影响是一个值得研究的方向。另外,在相近的鸟类多样性下,不同的城市绿地设计或不同景观格局的城市公园绿地将如何影响游人的自然体验,也是一个值得探究的问题。

3.2 加强城市公园绿地鸟类招引措施的生态影响研究

诸多研究表明城市公园绿地具有较高的鸟类多样性[28,36,50,56,59],作为城市特有的鸟类栖息地,城市公园绿地的鸟类保护作用,却鲜有研究涉及。一方面,公园作为城市中野生动植物的栖息地斑块,为城市鸟类提供食物与庇护所,具有较高的生物多样性保护价值;另一方面,城市公园的建设目的以及运营、管理模式完全不同于天然保护地,所处的社会经济背景也与天然保护地迥然不同。目前,规划设计领域与鸟类学之间的交流与合作较少,城市公园绿地鸟类保护的相关规划与设计通常较少考虑这些措施对城市鸟类带来的生态影响。因此,城市公园绿地鸟类保护的相关规划与设计会对鸟类产生怎样的生态影响,如何通过设计、管理等手段招引鸟类,优化城市公园的生态系统文化服务,使之在满足城市居民休憩娱乐需求,实现城市美化的同时,发挥公园的鸟类保护功能是一个非常值得探讨的问题。

3.3 借助民间爱好者促进长期系统性研究

大部分的城市鸟类已有研究时间跨度较短,多以年度或季节为时间幅度开展研究,仅有两篇文章的时间

跨度较长,超过 8a[110-111]。这主要是受到研究资源的限制。缺少长期的观测数据,难以系统地理解鸟类上对城市景观格局变化的响应与适应过程。

近年来在一些环保 NGO 倡导下,一些鸟类研究项目借助公众参与开展了大时空尺度的研究,如中国沿海水鸟同步调查已连续进行 11 年,覆盖沿海 9 省市 13 个样区[112],中华秋沙鸭全国调查覆盖全国 21 省市,200 多个调查点[113],都取得了一定的成果。另外,由中国科学院生物多样性委员会主导的中国生物多样性监测网络(Sino BON)刚刚起步,其中的鸟类多样性监测吸收了大量的民间爱好者。然而,这些项目主要关注自然栖息地鸟类研究,很少涉及城市鸟类。利用城市绿地开放性和可达性较高的特点,吸引民众参与调查,借助民间爱好者开展长期城市鸟类学研究,将为城市鸟类研究提供丰富的数据积累,同时也有助于推动观鸟活动的开展,提高公众意识,更好地发挥城市鸟类的生态系统服务。

3.4　结语

本文对我国的城市鸟类学研究进行了综述,以城市鸟类的基础研究、影响城市鸟类的环境因素研究和城市鸟类的保护实践 3 个议题为核心,总结了城市鸟类学研究的研究历史、现状和未来趋势。我国的城市鸟类学研究起步较晚,以动物学背景的学者为代表,他们的研究以鸟类群落结构为核心,贯穿城市鸟类学发展过程;以生态学背景的学者为代表则注重城市化背景下城市环境因子对鸟类的影响;同时一些园林规划设计背景的学者也着手开展城市绿地的鸟类招引技术探索与规划实践。在城市鸟类学的未来研究中,加强城市鸟类的自然体验与环境教育价值研究,注重城市绿地鸟类多样性保护研究,并且借助民间爱好者参与长期系统性城市鸟类学调查,都是值得探索的方向。这些工作的成果可以为后续研究提供系统性的科学依据,同时也有助于城市绿地更好地实现其服务游人和保护鸟类的目标,促进城市的可持续发展。

参考文献(References):

[1] 王宗英, 路有成. 芜湖市鸟类的生态分布. 安徽师大学报, 1989,(4): 41-49.
[2] Shwartz A, Turbé A, Simon L, Julliard R. Enhancing urban biodiversity and its influence on city-dwellers: an experiment. Biological Conservation, 2014, 171: 82-90.
[3] 康丹东, 范俊芳. 基于鸟类栖息地保护的城市公共绿地设计. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2010, 36(2): 105-107.
[4] Fuller R A, Irvine K N, Devine-Wright P, Warren P H, Gaston K J. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. Biology Letters, 2007, 3(4): 390-394.
[5] Seto K C, Fragkias M, Güneralp B, Reilly M K. A meta-analysis of global urban land expansion. PLoS One, 2011, 6(8): e23777.
[6] Grimm N B, Faeth S H, Golubiewski N E, RedmanC L, Wu J G, Bai X M, Briggs J M. Global change and the ecology of cities. Science, 2008, 319(5864): 756-760.
[7] 周伟奇, 钱雨果. 中国典型区域城市化过程及其生态环境效应. 北京: 科学出版社, 2017.
[8] 陈水华, 丁平, 郑光美, 诸葛阳. 城市鸟类群落生态学研究展望. 动物学研究, 2000, 21(2): 165-169.
[9] Marzluff J M. Worldwide urbanization and its effects on birds//Marzluff J M, Bowman R, Donnelly R, eds. Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World. US:Springer, 2001: 19-47.
[10] 蒋爱伍, 蔡江帆. 鸳鸯利用城市建筑物繁殖初步观察. 动物学杂志, 2009, 44(3): 135-137.
[11] 楚国忠, 郑光美. 农田麻雀繁殖期间的种群动态. 生态学报, 1983, 3(2): 165-172.
[12] 郭军成. 黑头鸭生态繁殖习性及招引技术. 陕西农业科学, 1996, 42(6): 42-42.
[13] 兰思思, 张琴, 黄秦, 陈水华. 杭州城市环境中白头鹎的繁殖生态. 动物学研究, 2013, 34(3): 182-189.
[14] 任源浩, 虞蔚岩, 宋东杰, 李朝晖. 城市小型斑块环境下喜鹊育雏前期巢内行为的观察. 黑龙江畜牧兽医, 2015,(6): 233-235.
[15] 曹长雷, 郭心怡, 王红霞, 韩邦青, 由玉岩. 长江师范学院校园白头鹎的生境分布及取食生态位研究. 安徽农业科学, 2014, 42(15): 4669-4670, 4698-4698.
[16] 史永红, 李新华, 郭忠仁. 黑尾蜡嘴雀冬季对树木果实的取食作用. 生物学杂志, 2012, 29(3): 20-23.
[17] 丁平, 姜仕仁. 杭州市区白头鹎鸣声的微地理差异. 动物学研究, 2005, 26(5): 453-459.
[18] 王彦平, 陈水华, 丁平. 惊飞距离——杭州常见鸟类对人为侵扰的适应性. 动物学研究, 2004, 25(3): 214-220.
[19] 于同雷, 符建荣, 郭延蜀. 四川南充地区白头鹎种群数量增长原因分析. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2011, 24(4): 495-498.
[20] 于同雷, 郭延蜀. 四川南充市郊区灰椋鸟生态的初步研究. 四川动物, 2006, 25(3): 594-596.
[21] 郑孜文, 张春兰, 胡慧建. 广州地区鸟类资源本底调查及其整体特征分析. 动物学杂志, 2008, 43(1): 122-133.
[22] 索明俐, 张淑萍, 覃筱燕, 高静, 张靖若, 李洪昌. 北京市麻雀体质水平沿城市化梯度的变化. 四川动物, 2012, 31(5): 778-781.
[23] 侯建华, 李川, 安哲, 高立杰, 高明, 彭勃. 城市园林与夏季鸟类群落结构研究. 河北农业大学学报, 2004, 27(4): 93-95.
[24] 刘忠宝, 宋榆均. 城市公园夏季鸟类的群落结构. 安徽大学学报: 自然科学版, 2005, 29(6): 94-99.

[25] 汪志如, 廖为明, 孙志勇, 黄晓凤, 汪凌峰, 汪玉如. 南昌市城市鸟类群落结构与多样性分析. 江西农业大学学报, 2011, 33(4): 796-800.
[26] 彭健, 古丽江·贾满拜, 吕光辉, 胡德夫. 绿洲城市——奎屯市春夏季鸟类群落特征. 动物学杂志, 2011, 46(4): 109-116.
[27] 曹长雷. 重庆市涪陵区春季城市园林鸟类及其群落结构研究. 生态科学, 2013, 32(1): 68-72.
[28] 谭丽凤, 杨昌尚. 柳州城市公园不同生境冬季鸟类的群落特征. 安徽农业科学, 2012, 40(11): 6565-6567.
[29] 石春芳, 杨贵生. 城市中不同生境下鸟类群落特征研究. 城市环境与城市生态, 2007, 20(2): 25-27, 31-31.
[30] 谭丽凤. 柳州城市园林不同微栖息地类型冬季鸟类群落结构研究. 湖北农业科学, 2013, 52(1): 134-138.
[31] 孙勇, 鲁长虎, 王征, 潘扬, 罗芳. 长广溪国家城市湿地公园鸟类群落结构及季节动态. 四川动物, 2015, 34(4): 541-547.
[32] 戴年华, 蒋剑虹, 赖宏清, 李畅, 邵明勤, 曾宾宾, 尤鑫, 姚忠, 张杰. 江西鄱阳湖共青城市区域鸟类多样性研究. 江西科学, 2012, 30(6): 733-739.
[33] 刘昊, 石红艳, 张利权. 绵阳城市及近郊鸟类初步调查. 绵阳师范学院学报, 2004, 23(5): 67-73, 81-81.
[34] 王巧艳, 吴逸群, 刘建文, 李娜, 刘方庆, 马文斌, 梁敏. 渭南市区及市郊秋冬季鸟类群落结构及多样性分析. 湖北农业科学, 2013, 52(2): 398-401.
[35] 王凤琴; 覃雪波. 天津地区鸟类组成及多样性分析. 河北大学学报: 自然科学版, 2007, 27(4): 417-422.
[36] 杨刚, 王勇, 许洁, 丁由中, 吴时英, 唐海明, 李宏庆, 王小明, 马波, 王正寰. 城市公园生境类型对鸟类群落的影响. 生态学报, 2015, 35(12): 4186-4195.
[37] 薛亮, 赵振斌, 延军平. 西安市灞河湿地鸟类生境构成与保护价值评价研究. 干旱区资源与环境, 2008, 22(8): 116-119.
[38] 董建新, 侯建华, 于文清, 高明, 高立杰, 曹栋. 河北省承德市鸟类群落多样性研究. 安徽农业科学, 2010, 38(13): 6741-6742.
[39] 苗秀莲, 程波, 贾少波, 李正杰. 聊城市春季鸟类分布的边缘效应. 聊城大学学报: 自然科学版, 2005, 18(1): 49-51.
[40] 赵欣如, 房继明, 宋杰, 廖晓东. 北京的公园鸟类群落结构研究. 动物学杂志, 1996, 31(3): 17-21.
[41] 李杨, 袁梨, 史洋, 张志明, 纪建伟, 周许伟, 鲍伟东. 北京地区珍稀鸟类生态分布的 GIS 分析. 北京林业大学学报, 2015, 37(5): 119-125.
[42] 季婷, 张雁云. 环境噪音对鸟类鸣声的影响及鸟类的适应对策. 生态学杂志, 2011, 30(4): 831-836.
[43] 李慧, 洪永密, 邹发生, 张强, 黄俊辉. 广州市中心城区公园鸟类多样性及季节动态. 动物学研究, 2008, 29(2): 203-211.
[44] 牛俊英, 王玉. 焦作城市园林夏季鸟类多样性初探. 焦作师范高等专科学校学报, 2007, 23(3): 76-78.
[45] 王本耀, 王小明, 王天厚, 丁由中. 上海闵行区园林鸟类群落嵌套结构. 生态学报, 2012, 32(9): 2788-2795.
[46] 吴金亮. 云南楚雄市鸟类多样性的研究. 云南大学学报: 自然科学版, 1998, 20(5): 392-394.
[47] 罗莎, 胡鸿兴, 成水平, 贺锋, 吴振斌. 武汉市金银湖水鸟多样性及其与水环境关系的初步研究. 长江流域资源与环境, 2010, 19(6): 671-677.
[48] 徐长君, 秦姝冕, 殷亚杰, 李国富. 扰动因子对龙凤湿地鸟类影响的研究. 中国农学通报, 2013, 29(26): 190-194.
[49] 庄艳美, 孔繁花, 尹海伟, 张琳琳, 孙振如. 城市绿地空间格局对鸟类群落影响的研究进展. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2012, 36(3): 131-136.
[50] 戚仁海, 陆祎玮, 熊斯顿. 苏州城市公园秋冬季鸟类与生境特征的关系. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2009, 27(4): 368-373, 393-393.
[51] 张敏, 邹发生, 梁冠峰, 张桂达. 澳门地区鸟类生境的景观格局. 生态学杂志, 2009, 28(3): 483-489.
[52] 刘路明, 李杰, 刘陈鸿, 董云霞, 王振兴. 广西龙象谷南晓片区景观格局变化及其对鹭鸟生境的可能影响. 云南农业大学学报, 2015, 30(3): 325-332.
[53] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级(第二版). 北京: 高等教育出版社 2007: 19-20.
[54] 殷伟庆, 余俭, 郭蕾, 赵一亮, 吴英红. 镇江市环境结构对鸟类群落的影响研究. 环境科学与管理, 2013, 38(8): 64-66, 78-78.
[55] 魏湘岳, 朱靖. 北京城市及近郊区环境结构对鸟类的影响. 生态学报, 1989, 9(4): 285-289.
[56] 隋金玲, 张香, 胡德夫, 李凯, 王民中, 付瑞海. 北京绿化隔离地区鸟类群落与环境因子关系研究. 北京林业大学学报, 2007, 29(5): 121-126.
[57] 谭丽凤. 柳州城市公园冬季鸟类群落特征与生境的关系. 广西科学, 2012, 19(2): 180-186.
[58] 谭丽凤, 隆卫革, 梁爱丽, 李海玲, 姚月华. 柳州城市绿地生境因子对鸟类群落结构的影响. 广东农业科学, 2011, 38(3): 137-138.
[59] 陆祎玮, 唐思贤, 史慧玲, 丁志锋, 薄顺奇, 何鑫. 上海城市绿地冬季鸟类群落特征与生境的关系. 动物学杂志, 2007, 42(5): 125-130.
[60] 葛振鸣, 王天厚, 施文彧, 周立晨, 薛文杰. 环境因子对上海城市园林春季鸟类群落结构特征的影响(英文). 动物学研究, 2005, 26(1): 17-24.
[61] 陈水华, 丁平, 范忠勇, 郑光美. 城市鸟类对斑块状园林栖息地的选择性. 动物学研究, 2002, 23(1): 31-38.
[62] 谭丽凤, 杨昌尚. 柳州城市公园冬季鸟类食源树种调查研究. 安徽农业科学, 2010, 38(34): 19428-19430.
[63] 杨刚, 许洁, 王勇, 丁由中, 袁晓, 裴恩乐, 马波, 王小明, 王正寰. 城市公园植被特征对陆生鸟类集团的影响. 生态学报, 2015, 35(14): 4824-4835.
[64] 李旭, 黄叶周, 黄武智, 周杰珑. 昆明市常见城市林鸟夜栖树景观因子比较分析. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2011, 35(5): 59-63.
[65] 王彦平, 陈水华, 丁平. 杭州城市行道树带的繁殖鸟类及其鸟巢分布. 动物学研究, 2003, 24(4): 259-264.
[66] 隋金玲, 张志翔, 胡德夫, 王民中, 付瑞海. 北京市区绿化带内鸟类食源树种研究. 林业科学, 2006, 42(12): 83-89.
[67] 姚月华, 颜玉娟. 柳州冬季观果树种应用与鸟类多样性调查研究. 南方园艺, 2014, 25(1): 19-21, 35-35.
[68] 郑光美. 鸟类学(第二版). 北京: 北京师范大学出版社, 2012: 343-349.

[69] 王彦平, 陈水华, 丁平. 城市化对冬季鸟类取食集团的影响. 浙江大学学报: 理学版, 2004, 31(3): 330-336, 348-348.
[70] 李俊生, 高吉喜, 张晓岚, 郑筱梅. 城市化对生物多样性的影响研究综述. 生态学杂志, 2005, 24(8): 953-957.
[71] Wang G M, Jiang G M, Zhou Y L, Liu Q R, Ji Y S, Wang S X, Chen S B, Liu H. Biodiversity conservation in a fast-growing metropolitan area in China: a case study of plant diversity in Beijing. Biodiversity and Conservation, 2007, 16(14): 4025-4038.
[72] 张淑萍, 郑光美, 徐基良. 城市化对城市麻雀栖息地利用的影响: 以北京市为例. 生物多样性, 2006, 14(5): 372-381.
[73] 张淑萍, 郑光美. 城市化对麻雀数量与分布的影响——以北京为例(英文). 中国鸟类, 2010, 1(3): 188-197.
[74] 张淑萍. 城市化对鸟类分布的影响. 生态学杂志, 2008, 27(11): 2018-2023.
[75] 隋金玲, 李凯, 胡德夫, 李镇宇. 城市化和栖息地结构与鸟类群落特征关系研究进展. 林业科学, 2004, 40(6): 147-152.
[76] 曹长雷, 韩宗先, 李宏群, 吴少斌, 冉景胜. 城市化对涪陵三峡库区城市鸟类群落结构的影响. 安徽农业科学, 2010, 38(3): 1275-1278.
[77] 王舒, 童玉平, 王志洁, 姚依晨, 刘力榕, 李枫. 哈尔滨市城市化建设对鸟类群落的影响. 野生动物学报, 2015, 36(3): 295-302.
[78] 徐沙, 许志强, 崔进, 于晓平. 城市化对西安市不同景观鸟类多样性的影响. 野生动物, 2013, 34(6): 327-330.
[79] 邓娇, 晏玉莹, 张志强, 李弛, 杨道德. 城市化对长沙市区城市公园繁殖期鸟类物种多样性的影响. 生态学杂志, 2014, 33(7): 1853-1859.
[80] 张琴, 兰思思, 黄秦, 陈水华. 城市化对鸟类的影响: 从群落到个体. 动物学杂志, 2013, 48(5): 808-816.
[81] 李鹏, 张竞成, 李必成, Wood C, 蒋萍萍, 丁平. 城市化对杭州市鸟类营巢集团的影响. 动物学研究, 2009, 30(3): 295-302.
[82] 陈波, 包志毅. 城市公园和郊区公园生物多样性评估的指标. 生物多样性, 2003, 11(2): 169-176.
[83] 张淑萍, 郑光美. 北京市城区与郊区麻雀(*Passer montanus*)环境压力的比较研究. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2007, 43(2): 187-190.
[84] 龙娟, 宫兆宁, 赵文吉, 胡东. 北京市湿地珍稀鸟类特征与价值评估. 资源科学, 2011, 33(7): 1278-1283.
[85] 周锦超, 刘惠宁, 侯智恒, 萧丽萍. 香港的生物多样性及其保育工作. 生物多样性, 2000, 8(1): 25-35.
[86] 李莉, 张征云, 宋文华, 宋兵魁. 中新天津生态城生物多样性现状调查及保护建议. 中国人口・资源与环境, 2013, 23(11): 329-332.
[87] 李福来. 北京地区观赏鸟的保护. 野生动物, 1984, 5(1): 23-27.
[88] 马亚西, 洪凌娜, 杨绍花, 官紫婷, 李红梅. 城市生态环境中野生脊椎动物保护探究——以云南玉溪市红塔区为例. 安徽农业科学, 2015, 43(16): 143-145, 149-149.
[89] 刘波, 陈亮, 王丹丹, 张勇. 安阳城市湿地资源保护网络建设初探. 中国城市林业, 2015, 13(5): 44-47.
[90] 王勇军, 诸葛仁, Delacy T. 深圳福田红树林鸟类自然保护区管理策略初探. 生物多样性, 1999, 7(4): 351-354.
[91] 柳敏, 叶华. 上海市湿地自然保护区现状及保护对策. 国土与自然资源研究, 2005,(1): 44-45.
[92] 苗春林. 内蒙古南海子湿地自然保护区现状分析及对策. 内蒙古草业, 2004, 16(4): 39-40, 58-58.
[93] 钟雷, 于洋, 赵徐, 李玖祎. 哈尔滨市太阳岛湿地生态环境特征及其保护对策. 经济研究导刊, 2010,(4): 153-154.
[94] 李春. 拉鲁湿地生态环境及动植物物种资源变化特征研究. 自然资源学报, 2005, 20(1): 145-151.
[95] 黄越, 李树华. 鸟类对城市公园空间的利用及其对景观设计的启示. 动感: 生态城市与绿色建筑, 2014,(4): 121-128.
[96] 王绪平, 李德志, 盛丽娟, 朱志玲, 柯世朕, 王超华. 城市园林中鸟类及蜂蝶的重要性及其招引与保护. 中国学术期刊文摘, 2008, 14(10): 2-3.
[97] 刘海龙. 基于过程视角的城市地区生物保护规划——以浙江台州为例. 生态学杂志, 2010, 29(1): 8-15.
[98] 杨天翔, 张韦倩, 樊正球, 王祥荣, 王寿兵. 基于鸟类边缘种行为的景观连接度研究——空间句法的反规划应用. 生态学报, 2013, 33(16): 5035-5046.
[99] 吴贤斌, 李洪远, 黄春燕, 常华, 冯海云. 城市绿地结构与鸟类栖息生境的营造. 环境科学与管理, 2008, 33(6): 150-153.
[100] 赵彦博, 闫红伟, 季姝. 铁岭凡河新城规划鸟类多样性保护的限定研究. 沈阳农业大学学报: 社会科学版, 2009, 11(2): 170-173.
[101] 贺坤, 项耿铭, 韦捷峰, 吴威, 章银柯, 李小平. 城市绿色屋顶生物栖息生境设计与营建研究. 西北林学院学报, 2015, 30(1): 263-267, 292-292.
[102] 俞志成. 城市湿地生态修复与景观规划研究——以厦门五缘湾湿地公园为例. 新视觉艺术, 2012,(3): 39-41.
[103] 杨云峰. 城市湿地公园中鸟类栖息地的营建. 林业科技开发, 2013, 27(6): 89-94.
[104] 江晓薇, 陈楚文. 城市滨水鸟类栖息地的生态设计. 北方园艺, 2012,(6): 94-96.
[105] 谭丽凤, 隆卫革, 梁爱丽, 杨昌尚. 基于鸟类保护的城市绿地建设与管理——以柳州市为例. 安徽农学通报, 2012, 18(9): 115-117.
[106] 张纵, 梁南南, 郭玉东, 赵军. 鸟类保护的城市园林多样性途径探析. 浙江林学院学报, 2007, 24(4): 511-515.
[107] 郑光美, 楚国忠. 食虫鸟类的保护与招引. 生物学通报, 1988, 23(2): 8-10.
[108] 严海, 陈进, 贺赫. 公众对植物园功能定位和形象认知的初步调查. 生物多样性, 2010, 18(5): 516-522.
[109] 贺赫, 陈进. 中国植物园游客游览动机及满意度调查. 生物多样性, 2011, 19(5): 589-596.
[110] 高学斌, 赵洪峰, 罗时有, 罗磊, 侯玉宝. 西安地区鸟类区系 30 年的变化. 动物学杂志, 2008, 43(6): 32-42.
[111] 刘东云, 王琦, 杜林芳, 黄晓磊, 冯仲科. 1999—2007 年天津湿地景观格局及水鸟生境变化. 湿地科学, 2012, 10(3): 350-358.
[112] 中国沿海水鸟同步调查项目组. 中国沿海水鸟同步调查报告(1.2010-12.2011). 香港: 香港观鸟会, 2015: 1-2.
[113] 中国观鸟组织联合行动平台. 中华秋沙鸭调查规划.(2015-11-24)[2016-11-29]. http://www.rosefinchcenter.net/newsjt.php? nid=410.